

Samsetning og uppruni svifryks í Hvalfjarðargöngum

DR. GÍSLI GUÐMUNDSSON

Markmið

Markmið þessa verkefnis er að greina samsetningu fallryks/svifryks í Hvalfjarðargöngum og ákvarða hluta einstakra þátta sem mynda rykið. Aðeins er einblínt á þátt fasts efnis rykinu. Markmiðið er að ákvarða hlut eftirfarandi þátta í uppruna svifryks:

- Dekkjaslit (með og án nagladekkja)
- Malbiksslit (bindiefni og fylliefni)
- Slitbúnaður ökutækja (bremsuborðar ofl. þ.h.)
- Útblástur ökutækja (sem ryk/sót)
- Annað (jarðvegur, eldfjallaska, vegsalt, ofl.)

Markmið, frh.

Þótt svifryksmengun á götum úti geti verið sýnileg, er erfitt (en gerlegt) að safna sýnum af svifryki í nægjanlega miklu magni til þess að gera ítarlegar rannsóknir á eiginleikum þess. Þar að auki er erfitt að greina uppruna svifryks, vegna fjölbættra breyta sem hafa áhrif á samsetningu og eiginleika þess.

Í Hvalfjarðargöngum virðist, mjög lauslega áætlað, vera um 10 sinnum meira svifryk í hverri rúmmálseiningu en t.d. á Grensásvegi.

Markmið, frh.

Meginástæðan fyrir mikilli svifryksmengun í göngunum er afmarkað rými ganganna, tiltölulega mikil umferð, auk þess sem veðurfarsþættir (vindur og úrkoma) eru ekki til staðar.

Með því að útiloka veðurfarsþætti er hægt að einblína á umferðartengda svifryksmengun.

Þótt svifryksmagnið sé mikið í Hvalfjarðargöngum, þá virðist magn þess vera á rúmmálseiningu álíka mikið og t.d. í sænskum veggöngum.

Svifryk (traffic generated Non Exhaust particulate matter Emission - NEE)

Svifryk myndast vegna:

- Slits á hjólbörðum (örplast – micro plastic)
- Slits á vegum, annars vegar sem slit á fylliefnum og hins vegar sem slit á bindiefni eða biki (örplast ?)
- Slits á slitflötum bifreiða
- Sóts frá útblæstri bifreiða

Svifryk (NEE)

➤ Hjólbarðaslit (örplast – micro plastic)

Gúmmíagnir myndast vegna dekkjaslits. Gúmmíagnir sem myndast vegna bílaumferð utan vegganga geta borist frá vegum til sjávar. Gúmmíagnir eru ein tegund örplasts. Örplast er mikill skaðvaldur í lífríkinu og líklegt til að berast í fæðukeðjuna með sjávarfangi. Uppruni örplasts er fjölbreytilegur. Hluti dekkjaslits í tilurð örplasts er verulegur. Hér á landi hefur verið áætlað að um 450 til 650 tonn af dekkjasliti (sem örplast) myndist á ári¹⁾, eða 1.5 kg/einstakling/ár.

¹⁾Guðjón Atli Auðunsson, (2018). Úr plasti og hvað svo? Nýsköpunarmiðstöð Íslands

Svifryk (NEE)

- Hjólbarðaslit (örplast – micro plastic)

Mikilvægt að fanga gúmmíagnir áður en þær berast úr í umhverfið og til sjávar. Hér á höfuðborgarsvæðinu er það gert í s.k. settjörnum, eða a.m.k. þann hluta sem sest til á vegi og vegaaxlir og nær því ekki að verða loftborinn.

Tímabil

Verkefnið skiptist í tvo áfanga.

Fyrir áfangi var unnin frá 2017 til 2018. Áfanginn var styrkur af Speli ehf.

Seinni áfangi nær yfir tímabilið frá 2018 til 2021. Áfanginn er styrkur af Rannsóknarsjóði Vegagerðarinnar.

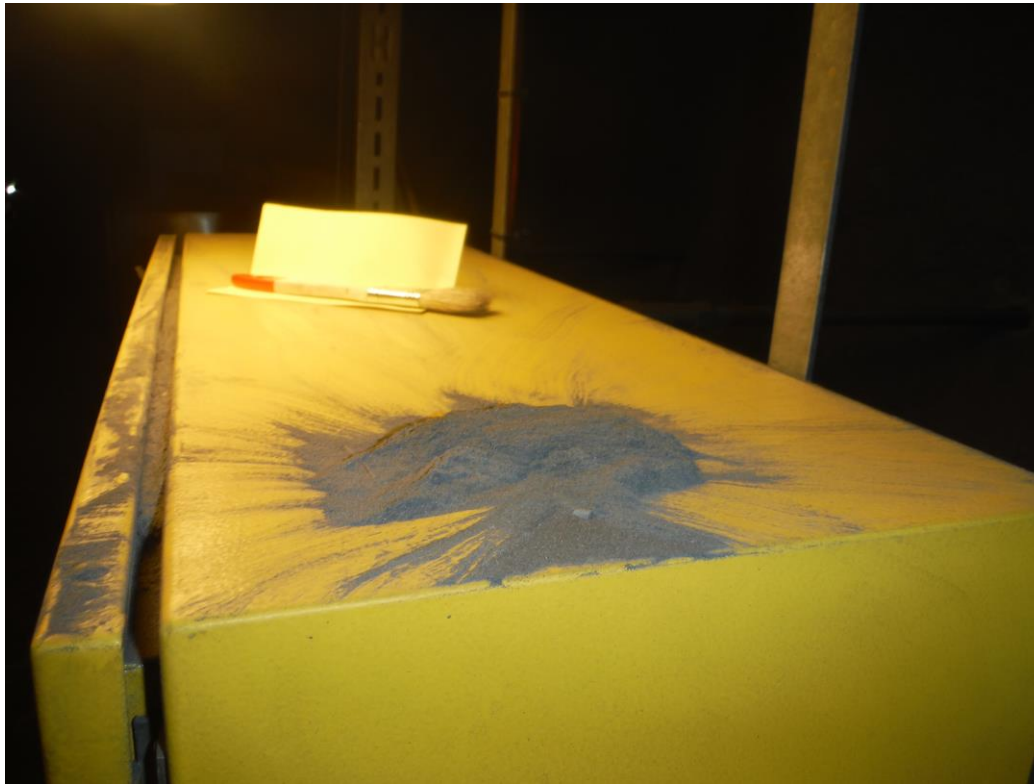
Í fyrri áfanganum var heildarsamsetning ryksins efnagreind (ICP) sem og samsetning grófari hluta sýnanna (SEM-HÍ), þ.e. fallryks (> 10 mikron).

Í seinni áfanga verkefnisins er samsetning svifryks (< 10 mikron) könnuð.

Unnið var með sömu sýni í báðum áföngunum.

Sýnataka

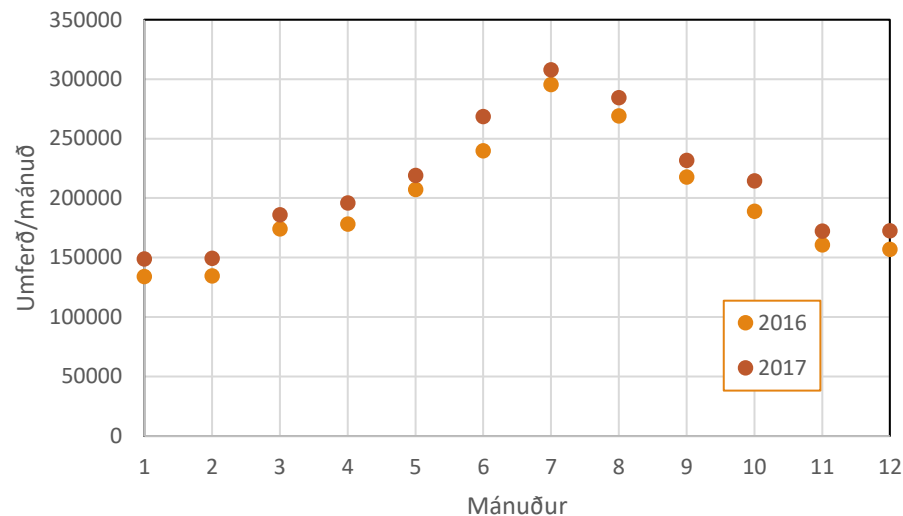
Auðvelt að safna sýnum af ryki í nægjanlegu magni. Sýnataka frá október 2017 til júní 2018, einnig sumar 2020.



Svifryk

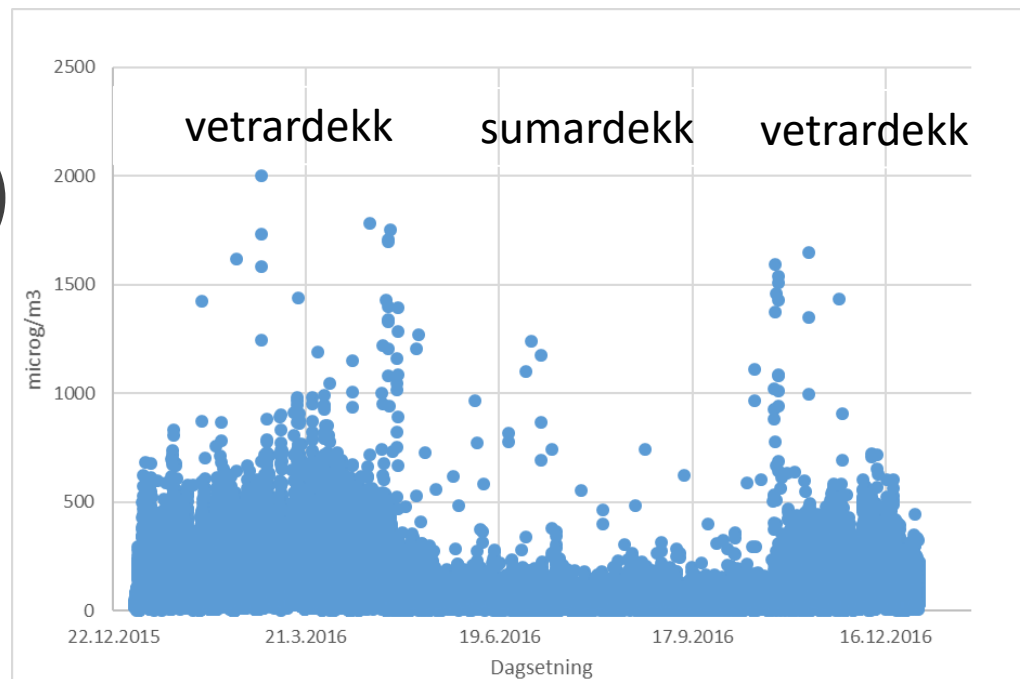
Fjöldi ökutækja

(bílar/mánuð)



Svifryk (< 10µm)

(µg/m³)



	2016 meðaltal (µg /m ³)	2016 (fjöldi ökutækja)
Allt árið	108	2.355.436
Janúar til maí	180	620.647
Nóv. og desember	174	317.234
Júní til september	42	1.021.665

Setmyndunarhraði (setmyndun ofan á skápa)

Sumardekkjatímabil:

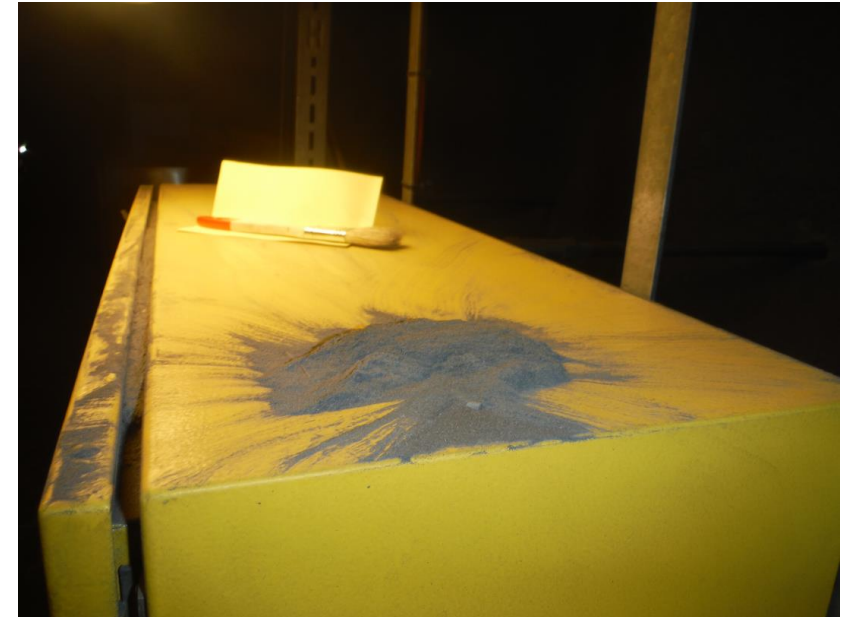
- Stöð 2560: Setmyndunarhraði: 0,1550 og 0,1597 mg/cm² dag
- Stöð 4600 : Setmyndunarhraði: 0,1566 mg/cm² dag
- Stöð 6027: Setmyndunarhraði: 0,2435 mg/cm² dag
- Stöð 5100 (Guðlaug): Setmyndunarhraði: 0,2322 og 0,1367 mg/cm² dag

Meðalsethraði: 0,181 mg/cm²/dag

Vetrardekkjatímabil:

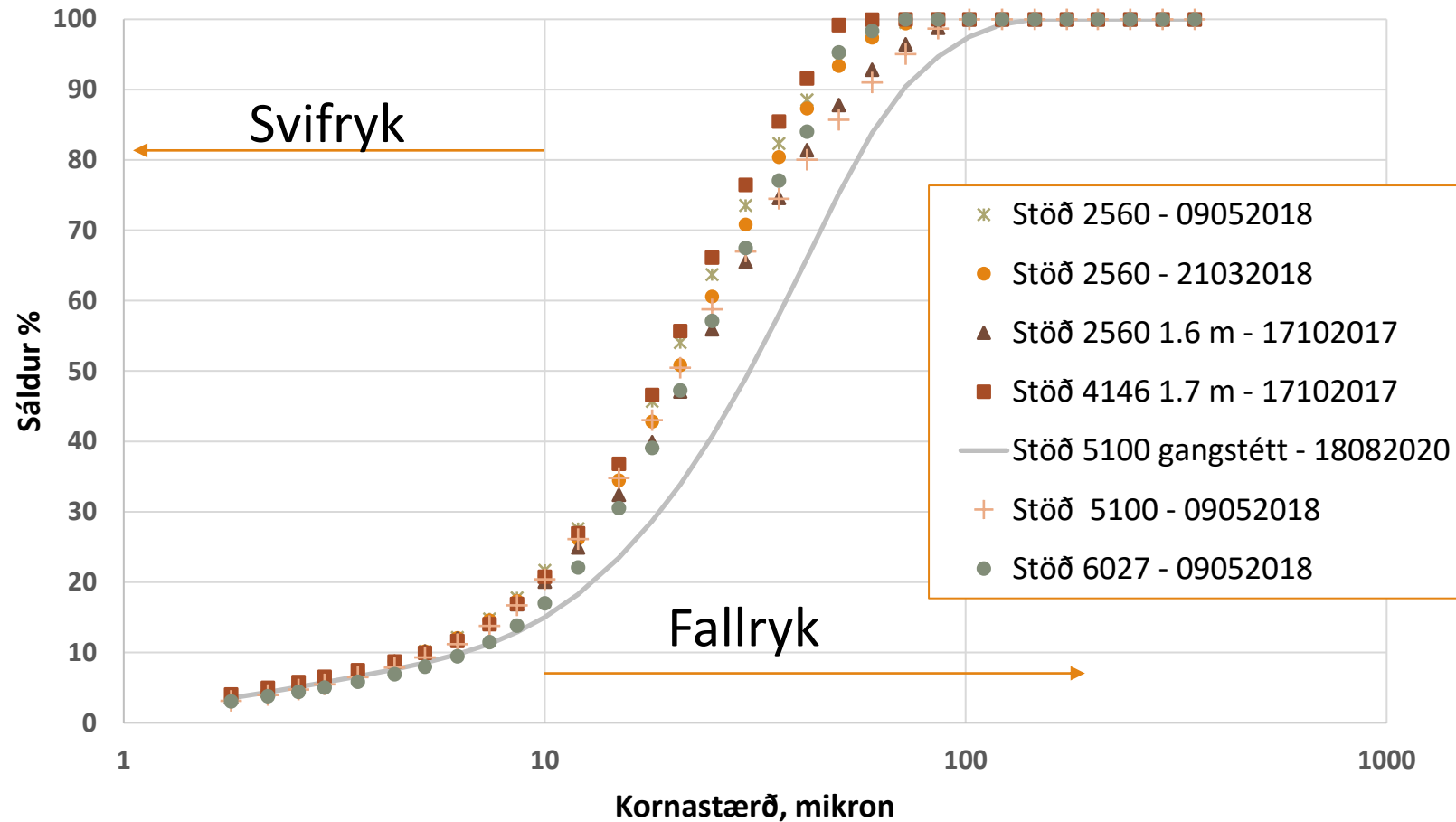
- Stöð 2560: Setmyndunarhraði: 0,6780 og 0,2740 mg/cm² dag
- Stöð 4600: Setmyndunarhraði: 1,8807 og 1,4047 mg/cm² dag
- Stöð 6027: Setmyndunarhraði: 0,8292 mg/cm² dag
- Stöð 5100 (Guðlaug): Setmyndunarhraði: 0,7420 og 0,6114 mg/cm² dag

Meðalsethraði: 0,917 mg/cm²/dag (5x hærrí en yfir sumardekkjatímabil)



Kornadreifing svifryks

Hvalfjarðargöng - kornastærðardreifing fallryks



Kornadreifing svifryks tekið í 1,6 til 1,8 m hæð

Stöð	< 2.5 mikron	< 10 mikron	árstíð	
2560 - 21032020	5.13 %	20.81 %	vetur	
2560 - 09052018	5.17 %	21.67 %	vetur	
2560 - 17102017	5.2 %	20.06 %	sumar	
4146 - 17102017	5.6 %	20.77 %	sumar	
5100 - 19082020	4.92 %	15 %	sumar	gangstétt
5100 - 09052018	4.54 %	20.42 %	vetur	
6027 - 09052018	4.26 %	16.98 %	vetur	

Kornadreifing svifryks/fallryks

Sýnin sem tekin eru í 1,6 til 1,8 m hæð hafa öll svipaða kornadreifingu, með efni fínna en 2,5 mikron um 5 % og efni fínna en 10 mikron um 20-21 % (talað er um svifryk sem fínna en 10 mikron).

Í ljósi þess að notkun nagladekkja hefur í för með sér mun meiri svifryksmyndun en notkun heilsárs-/sumardekkja hefur, þá er það áhugaverð niðurstaða að kornadreifingin sé svipuð.

Samanburður á kornastærð/dreifingu sýna skoðað með rafeindasmásjá leiðir svipaða niðurstöðu í ljós.

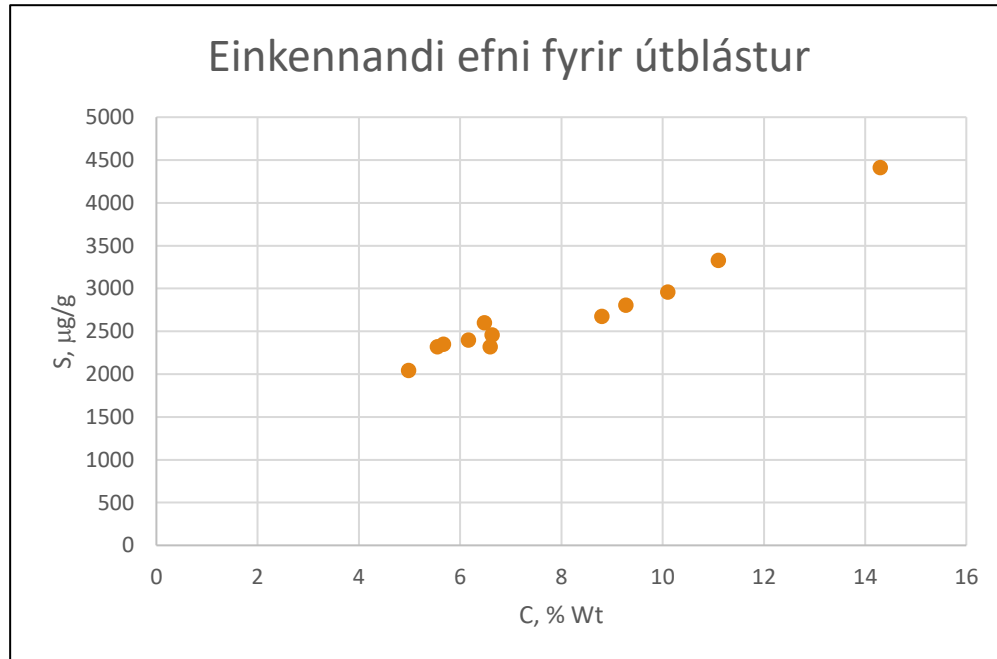
Svifrykið sem fellur á gangstéttina er eðlilega grófara en annað ryk, en magn fínefnis (< 2,5 mikron) er engu að síður svipað og í öðrum sýnum eða um 5 %.

Kornadreifing svifryks/fallryks

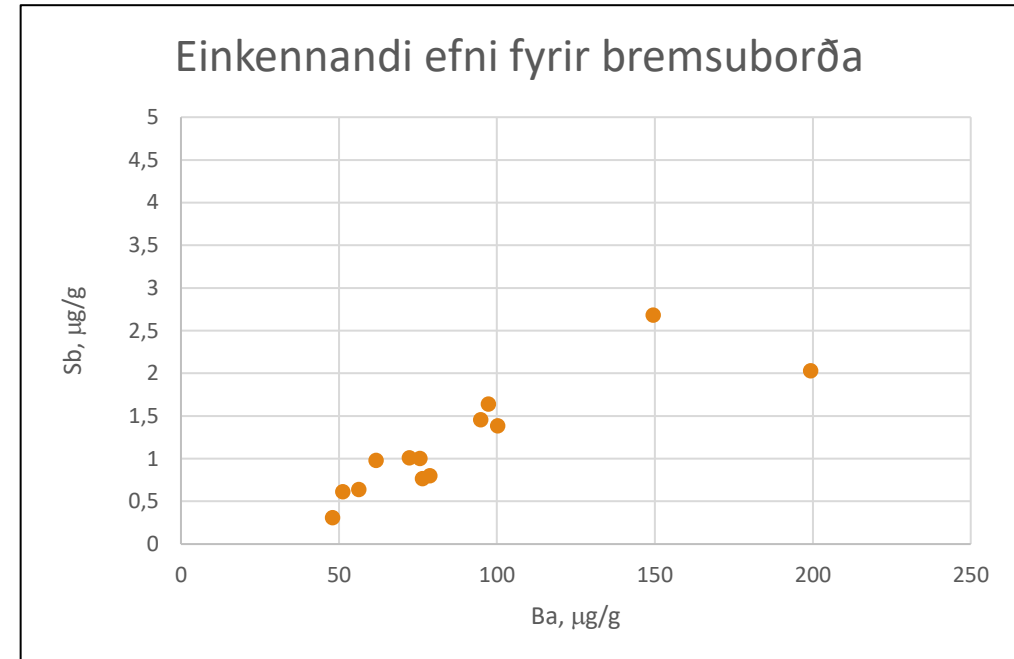
Miðað við þessar niðurstöður er „aðeins“ um 20 % af rykinu í Hvalfjarðargöngum sem mætti flokka sem svifryk sem gæti orðið loftborið, annað efni eða um 80 % af rykinu nær ekki að vera loftborið og myndi setjast til við vegi og vegaxlir (fallryk). Með öðrum orðum stór hluti þessa ryks ætti að skila sér í settjarnir ef myndun umferðatengds ryks í höfuðborginni er sambærileg við myndun ryks í Hvalfjarðargöngum.

Há eða lág prósentutala svifryks skiptir e.t.v. ekki meginmáli, heldur magnið sem liggur að baki.

Snefilefnagreiningar (Dumas og ICP)

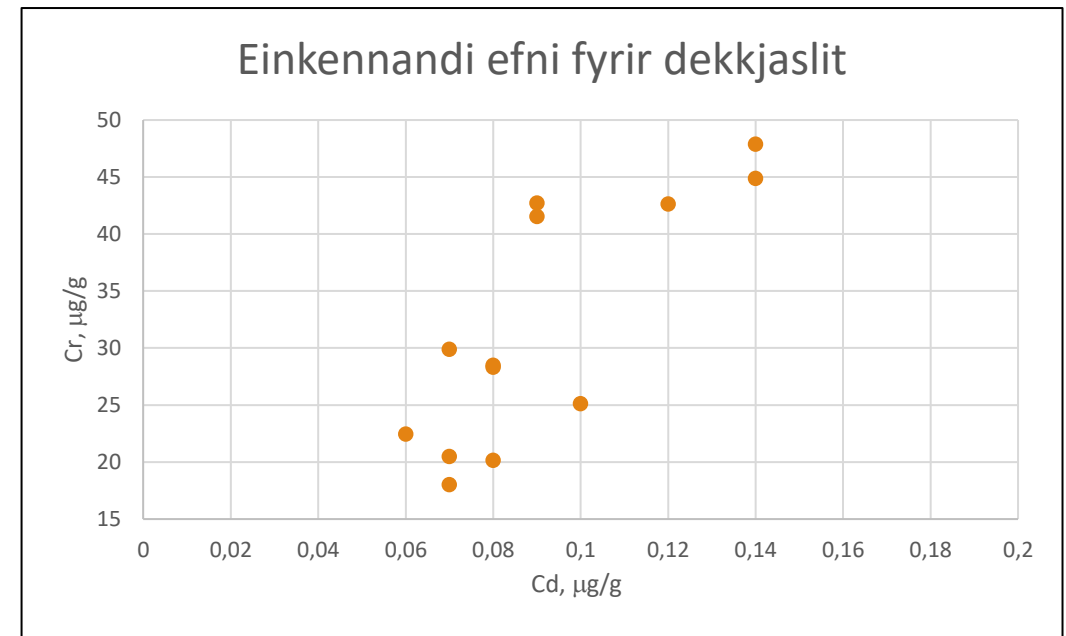
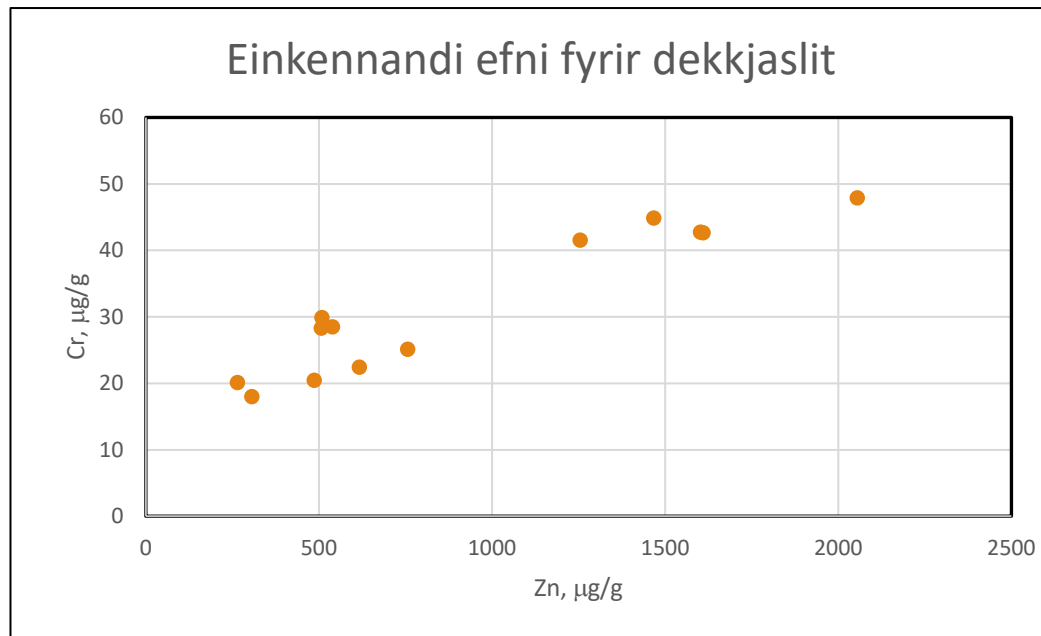


Bendir til þess að efni frá útblæstri ökutækja sé ríkjandi þáttur í samsetningu ryksins



Bendir til þess að hluti ryksins sé upprunninn úr bremsuborðum ökutækja sem fara um göngin

Snefilefnagreiningar (Dumas og ICP)



Bendir til þess að töluverður hluti ryksins sé stafi frá sliti á dekkjum ökutækja sem fara um göngin

Rafeindasjásjá (SEM)

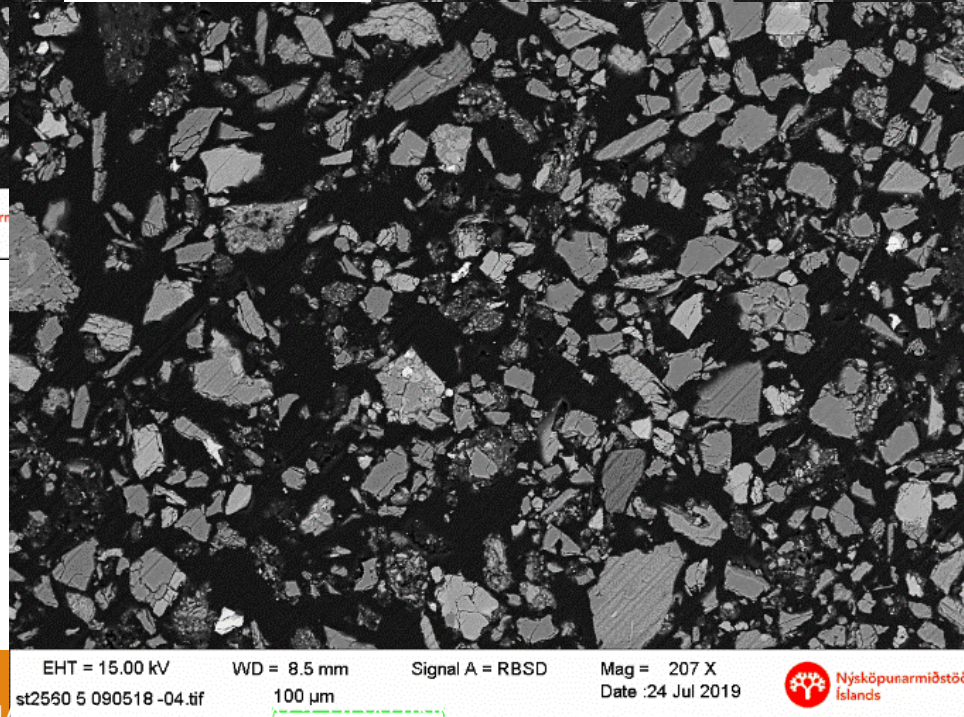
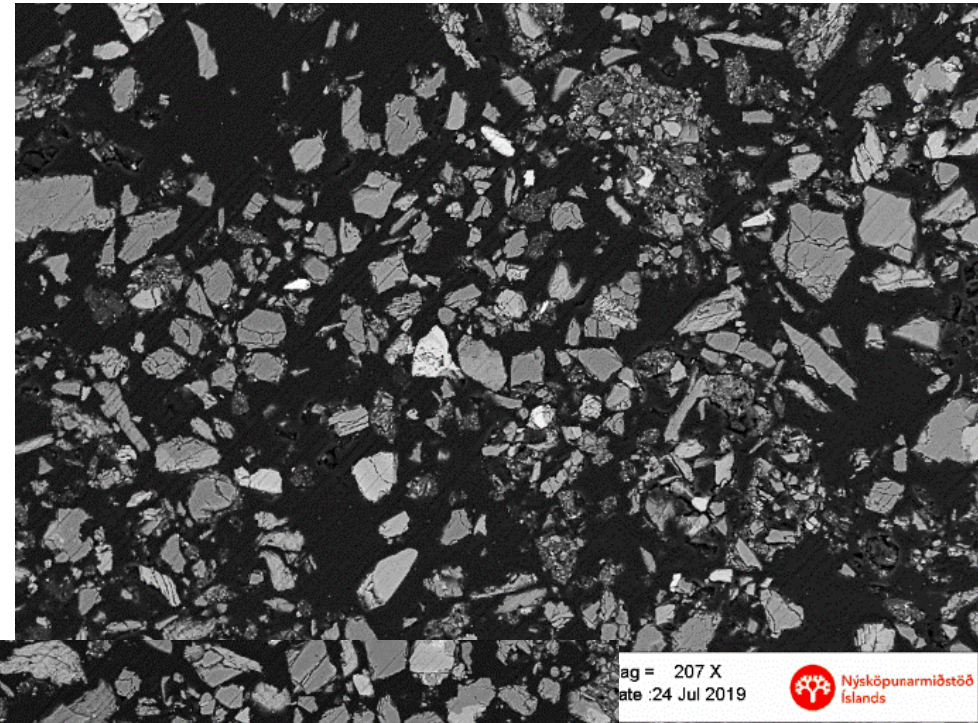
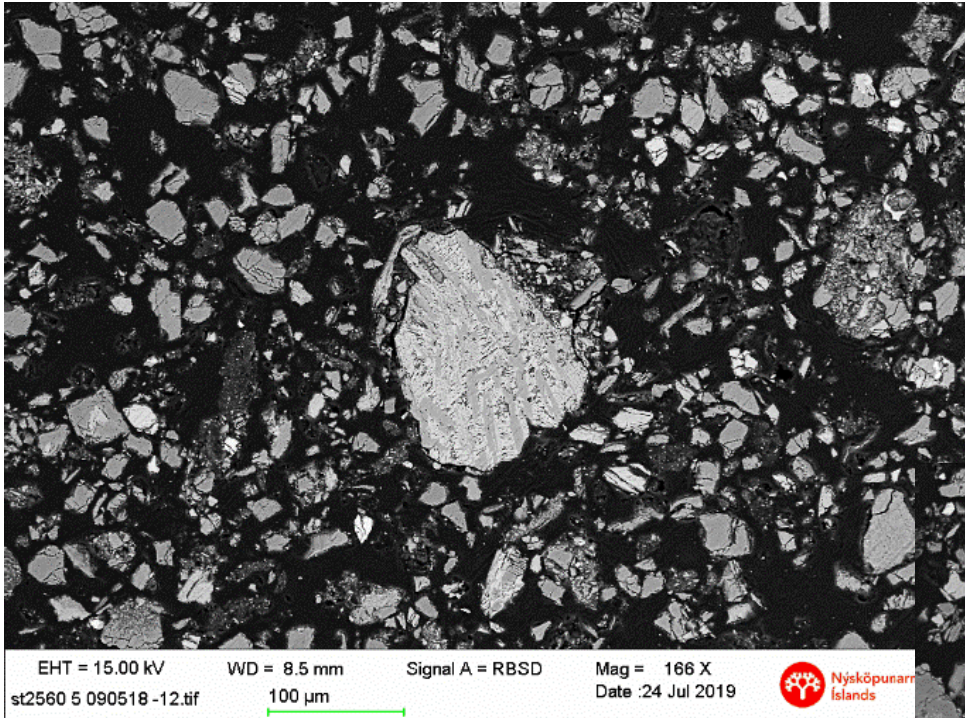
Alls voru gerðar um 900 greiningar með SEM og fjöldi mynda teknar í mismunandi stækkun (frá 100x til >1000x stækkun).

Rafeindasjásjá (SEM)

Skipta má kornum í svifrykssýnunum í nokkra hópa:

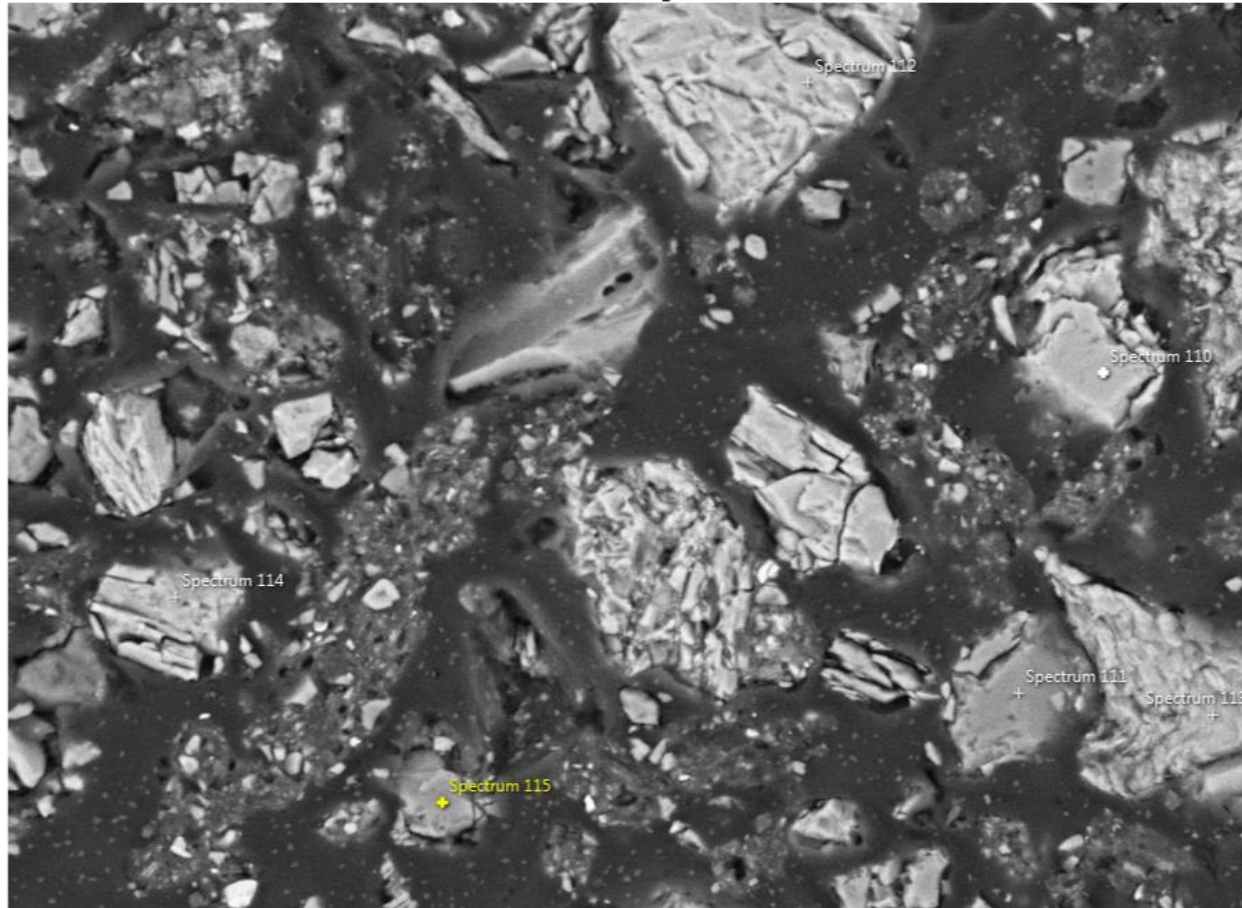
- Stök korn sem eru fylliefni úr malbiki
- Smá korn (oft fyllefni) bundin saman af kolefnisríkum grunnmassa, Zn algengt efni (dekkjaslit?) sem og önnur efni
- Önnur korn s.s. ryð, málm flísar og annað torkennileg efni

Rafeindasjásjá (SEM)



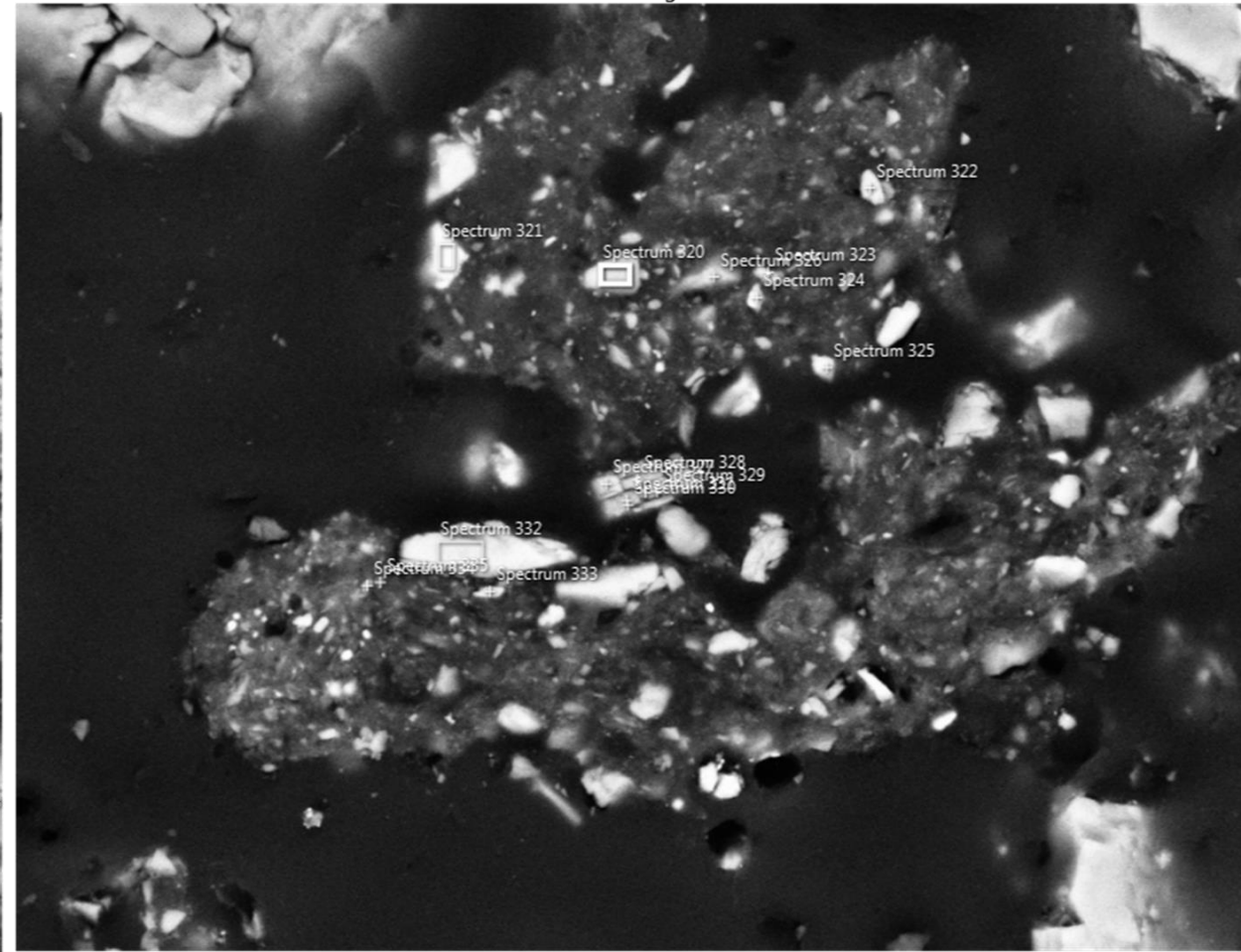
Rafeindasjásjá (SEM)

Electron Image 10



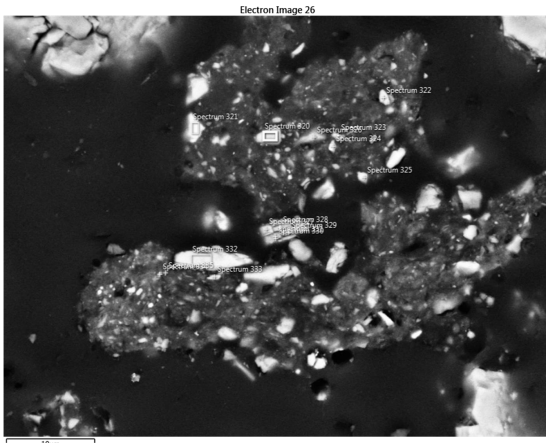
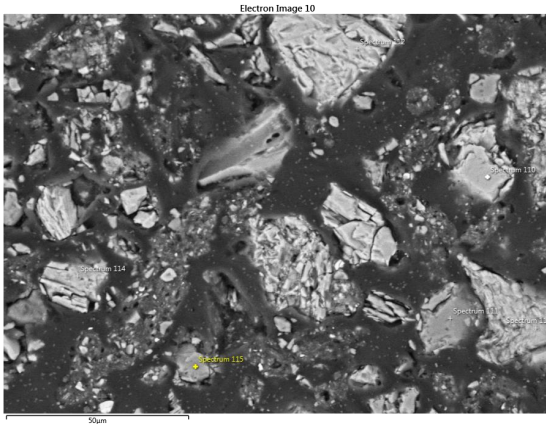
50µm

Electron Image 26



10µm

Rafeindasjásjá (SEM)



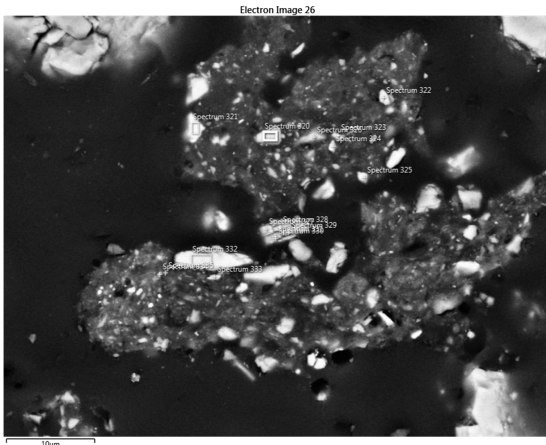
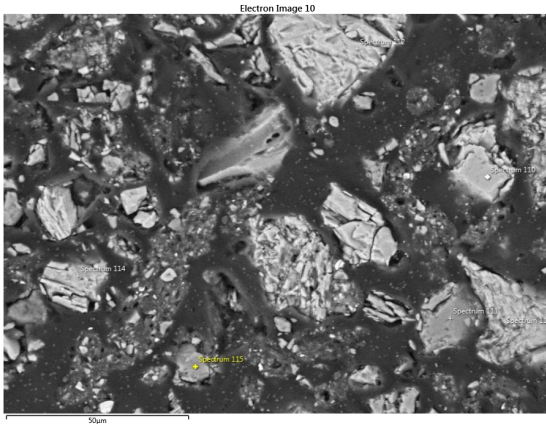
Tiltölulega smáar agnir ($\ll 10$ mikron) eru bundnar saman af kolefnisríkum massa. Flestar agnirnar hafa myndast við vegslit, þ.e.a.s. koma úr slitlaginu. Kolefnisríki massinn getur hafa myndast sem dekkjaslit og/eða slit á bindiefni (bik) í slitlaginu.

Dregur úr myndun svifryks, þ.e. ryks sem er fínna en 10 mikron. ÞJ (2007) sýndi fram á að bik haldi smáum kornum saman¹⁾.

Áhugavert að skoða m.t.t. rykmyndunar á steypum vegum.

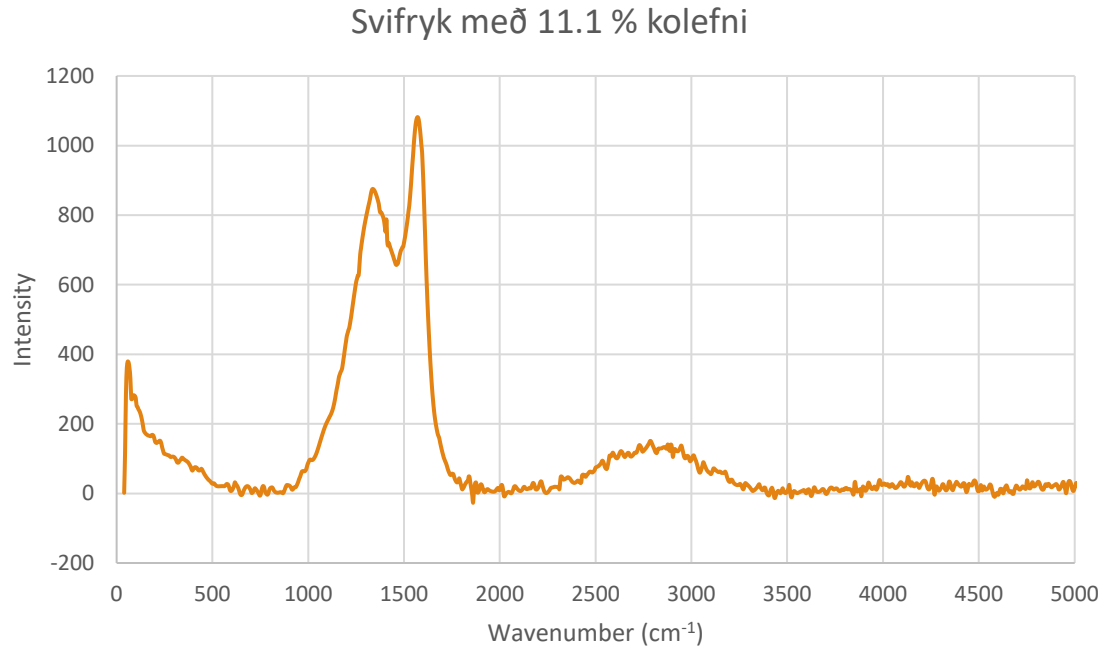
¹⁾ Þorsteinn Jóhannsson (2007) Svifryksmengun í Reykjavík

Rafeindasjásjá (SEM)



Erfitt er að greina á milli hvor kolefnisríku agnirnar eru upprunnar sem dekkjaslit eða bindiefni í malbiki. Eins og sýnt hefur verið hér að framan er mögulegt að nota snefilefnagreiningu til að greina á milli, en rafeindasmásjárgreining greinir ekki á milli. Einnig er mögulegt að nota RAMAN Spectroscopy eða sambærilega tækni. Á NMÍ er nýtt RAMAN tæki og fyrirhugað er að nota það til að greina örplast agnir í svifryki.

Raman spectra af svifryki með 11,1 % kolefni



Til þess að greina á milli mismunandi tegunda af svifryki með RAMAN Spectroscopy, þarf að byggja upp gangagrunn með mismunandi efnum.

Helstu niðurstöður

Samsetning svifryks í Hvalfjarðargöngum er blanda af slitleifum úr slitlagi og hjólbörðum svo og í minna mæli útblæstri ökutækja.

Ekki er að sjá munur sé á kornastærð ryks sem tekið var að vetri til og að sumri til, þ.e. með og án notkun nagladekkja, magnið er meira þegar nagladekk eru notuð.

Hjólbarðaslit myndar agnir sem flokka má sem örplast.

Smáar agnir virðast hnoðast saman í stærri agnir. Draga þannig úr svifryksmyndun.

Takk fyrir